DesignSpark PCB を採用した基板加工機 CIP100 による基板作製技術の向上

小林 英一*

1. はじめに

現在，オリジナルマインド社製の基板加工機 KitMill CIP100（以下 CIP100）で使用している電子回路基板用 CAD（以下 PCBCAD）には無償の EAGLE Light Edition (v5.11.0/6.4.0)（以下 EAGLE）を採用しているが，最大面積 100×80 mmおよび層数2層までという制限があるため，例えば，きてみてフェア用など 1 シートに多数面付けした 100×80 mm を超える基板は加工できない．対して RS コンポーネンツ社が提供する無償の PCBCAD である DesignSpark PCB (5.0)（以下 DSPCB）は無償でありながら EAGLE のような機能制限が無く，他にも優れた点や機能が多い．この DSPCB を採用し操作法を修得することにより，日常業務において作製が必要となる電子回路基板の設計自由度が高まると期待される．

2. PCBCAD の特徴比較

PCBCAD はたくさん存在するが，無償で提供され，回路図エディタとガーバー出力可能な基板設計 CAD が対になっており，出力したガーバーデータ（RS-274X 形式）を，CIP100 用の NC プログラム(G コード形式)に変換する CAM ソフトウェア（以下 ORIMIN PCB）で使用できるもの，となると選択肢は EAGLE もしくは DSPCB の 2 つに絞られる．

表 1. EAGLE と DSPCB の特徴比較

項目	EAGLE	DSPCB
最大面積	100×80 mm	1×1 m
最大層数	2 層	無制限
用途	非商用限定	無制限
3D 表示	×(ULP で実現可能)	○
対応 OS	Windows, Mac, Linux	Windows のみ

ULP : User Language Program

3. DSPCB の評価

3.1 インストール

DSPCB の利用は無償だが，DesignSpark メンバー登録，ならびに編集データの保存制限解除にアクティベーション操作が必要となる．また，初期状態ではなぜか標準ライブラリが使用できない状態であり，適用するための設定が必要であった．OS 以外のシステム要件は以下とされている．

・1GHz 以上の Pentium プロセッサ
・256MB 以上の RAM
・100MB 以上のハードディスク空き容量

インストールする PC は，Intel Core i5-480M (2.66GHz)プロセッサ，2GB の RAM，250GB のハードディスクを搭載しており，全く問題ない．

3.2 既存設計データの取り込み

DSPCB は EAGLE で設計した既存の回路図，基板パターン，部品マクロ（ライブラリ）を取り込むことが可能である．DSPCB のインストールと共に提供される ULP を使い，EAGLE の設計データを中間 ASCII 形式にエクスポートした後，DSPCB にインポートを実行した．部品マクロのインポートは成功したが，基板パターンはなぜかエラーとなり取り込めなかった．
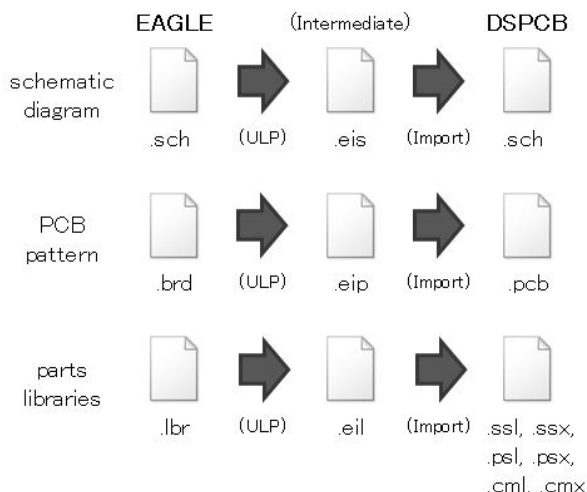
図 1. EAGLE 設計データのインポート

* 第 3 技術室　システム制御班

3.3　6 枚面付けデータに編集

EAGLE で設計した 2 枚面付けデータを参考に，手動配線で 6 枚面付けデータに編集した．6 枚に決定した理由は CIP100 で加工可能な基板サイズの上限が 168×118 mm であり，その限られた範囲内に収まり，最も効率良く基板個片が得られたからである．
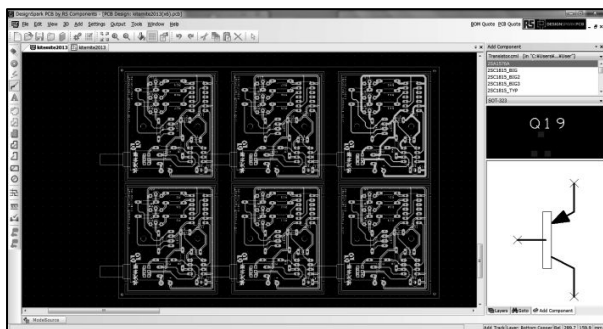
図 2. DSPCB の操作画面

3.4　3D View 機能

試しに 3D View 機能も確認したが，PC がフリーズに近い状態となり，機能終了後も PC 動作が重い状態だったため再起動を要した．出力した図面も失敗していた．これは PC のメインプロセッサ内蔵の Intel HD Graphics の性能が低いためと思われるが, DSPCB のシステム要件には記載無く，追記すべき内容だと感じた．
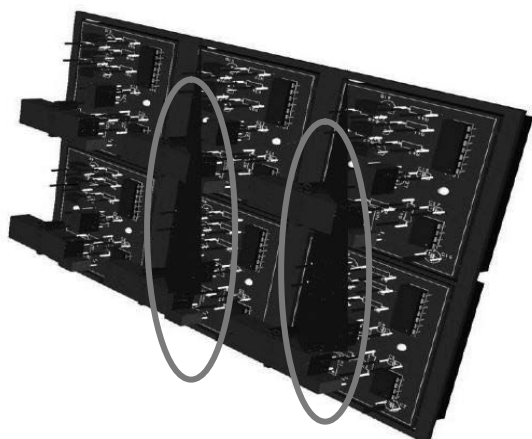
図 3. DSPCB の 3D View 出力図

3.5　きてみてフェア 2013 の基板に試用

まず DSPCB のガーバーデータ出力を ORIMIN PCB で NC プログラムに変換し，150×200 mm の感光基板 8 シートを CIP100 で外形および穴加工した．その後 DSPCB で設計したパターンを露光用マスクに印刷し露光，ならびに塩化第二鉄によるウェットエッチング法を用いて，基板個片を 48 個作製した．
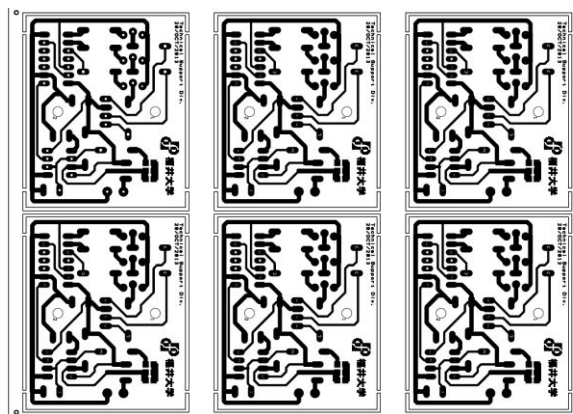
図 4. DSPCB で設計した基板パターン

4.　CIP100 の再評価

4.1　集塵機作成キットを導入

2013 年 7 月以前は加工ツールの汚損を防ぐため，切削中は定期的に切り屑を掃除しないといけなかったが，オリジナルマインド社が提供する集塵機作成キットを導入し，切削中の切り屑除去作業を無人化した．所要時間は組立および取り付けで計 5 時間程，作業は 1 人で 8 月初旬に実施した．取り付け後，CIP100 稼働中の集塵機の騒音はとても大きく，ノズル先端が細くなっていることもあって騒音計（AS ONE, SM-325）で実測すると最大 81dBA もあり（CIP100 単独動作では 70dBA 程），とても不快に感じた．集塵機は掃除機用出力電源電圧を AC 5～95 V に調整可能であり，騒音と集塵能力の兼ね合いで都度調整している．

4.2　最小パターン幅および溝幅の設定

CIP100 単体で加工可能な最小パターン幅および溝幅は，ORIMIN PCB の加工条件設定に入力するパターンのツール径で決まる．例えば，ツール径を 0.30 mm に設定していると溝幅 0.30 mm の箇所は切削対象外となる NC プログラムに変換されてしまうが，0.29 mm に設定すれば，パターンは少し細くなってしまうものの，切削可能な NC プログラムとなる．ORIMIN PCB で変換した NC データ画面を確認すると走査するラインが白く表示されるため，削るべき箇所が正しく削られるデータになっているか事前に確認できる．

4.3　直角度の歪み改善

当初は X 方向と Y 方向で約 1°のズレがあり，比較的大きな基板ではエッチング用マスクと CIP100 で加工した穴位置が一致しないため，露

光する際の位置決めが難しく，この点がエッチングと CIP100 を組み合わせた基板製作方式の障害になっていたが，加工機本体の組立マニュアルに記載されていた「直角度の調整」を実施して改善することができた．
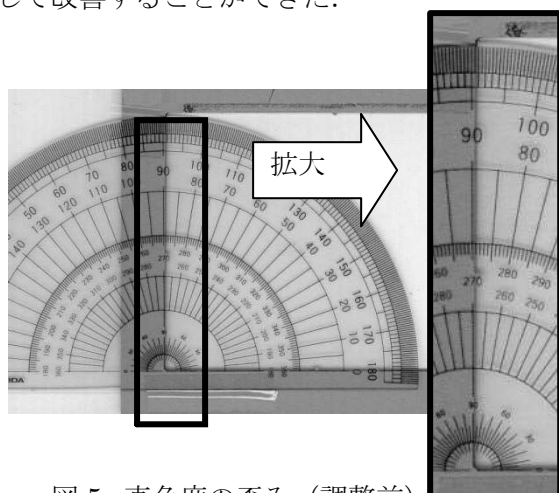
図 5. 直角度の歪み（調整前）

4.4 X 軸方向の長さズレは改善不可

仕上がりはX方向に約1%伸びる傾向があり，露光マスク印刷時にX方向だけ1.01倍に設定すると良く一致する．オリジナルマインド社に確認したところ，原点から離れるにつれて必ず誤差は大きくなるため，ある程度で妥協してほしい（改善不可）との回答があった．

4.5 加工ツール代替品

CIP100 では，シャンク径 3.175 mm および全長 38.1 mm 程の基板加工用ツールで用途を外形および穴加工に限れば，他社製も使用可能である．MPK KEMMER 製の SX35M -0500030-0（径 0.5 mm）および EA30 -R0800050-0（径 0.8 mm）は推奨品の土佐昌典よりも単価が格段に安く，同等以上の耐久性を有していると感じた．これらを採用することにより，基板作製に係るランニングコストを幾らか低減することができた．

4.6 オリジナルマインド社への改善要望

ORIMIN PCB について，外形データに関する修正対策を施したバージョン 1.2.1.0 が 2013 年 7 月 18 日にリリースされた．更なる大幅改良が計画されており，以下 6 点の修正を要望しているが，修正可否およびリリース時期は未定とされている．

- 基板の複数個取り（面付け）
- ハッチング対応
- タブ（ミシン目）の手動配置
- エラーメッセージの充実
- 基板加工ツールの種類追加
- 加工データの 90° 回転

4.7 プリント基板材料以外の加工

CIP100 推奨品のブルーレインボーDLC（径 2.0 mm）を使用すれば，POM（ポリアセタール，ジュラコン）板やアルミニウムの薄板等も切り抜き加工のみ可能とされている．またスピーカーエンクロージャー等への応用も視野に入れ，木板にも適用できないか併せて試みた．加工ツールにはブルーレインボーDLC 相当の MPK KEMMER 製 EA30 -R2000090-0（径 2.0 mm）を使用した．設定可能な切り込み量は ORIMIN PCB の制限により 5.0 mm までであった．

5. EAGLE と DSPCB の操作性比較

5.1 EAGLE と比較した DSPCB の利点

これまで述べた内容以外に，本研修で感じた EAGLE と比較した場合の DSPCB の操作性の利点について，一部を下記の表 2 に紹介する．

表 2. DSPCB の利点

番号	内容
1	カット(Ctrl+X)，コピー(Ctrl+C)，ペースト(Ctrl+P)，など使用頻度の高い Windows 標準のショートカットキーが使用可能である．
2	テキスト追加時，選択可能なフォントが多い．
3	Print Setup で設定した内容が記憶され，次回以降も残っている（EAGLE は記憶されない）．
4	回路図と基板パターン図の一致を常に監視しておらず，回路と基板パターンの設計者を分けた柔軟な開発が可能．（Forward / Back Annotation 機能はあるため，どちらか一方を修正後にもう一方へ修正内容を反映させることになる）

5.2 EAGLE と比較した DSPCB の難点

5.1 と同様に，EAGLE と比較した DSPCB の操作性について，難点と考えられる内容の一部を表 3 に紹介する．特に番号 3 については，エッチングと CIP100 を組み合わせた基板製作方式においては必要条件であり，サイズ制限がほぼ無いという DSPCB の利点および魅力が薄れてしまった．

表 3. DSPCB の難点

番号	内容
1	手動配線時，ななめ 45° のパターンが予め描けず，直角で描いてからダブルクリックしないといけない.
2	基板パターン設計時，パターン幅を任意の値に変更できない. 初期状態では 0.3 mm (10 mil), 0.4 mm (15 mil), 0.6 mm (25 mil), 1.3 mm (50 mil) の 4 種類しか選べず，Technology file で新たに追加しないといけない.
3	露光用マスク印刷時，縦横の比率を微調整できない（EAGLE は可，CIP100 には必須）.
4	動作が重く，特定操作で終了またはフリーズが発生する（Intel HD Graphics の性能が影響か）.
5	標準ライブラリにある回路図枠の DS_A3(または A4)_Templater00 を含めた回路図を PDF 化するとファイルサイズが 10MB を超える.
6	まだユーザー数が少ないのか，書籍がなくインターネット上の情報も少ない.

6. おわりに

本研修では, DSPCB の基本的操作技術の修得, ならびに CIP100 を使用した基板作製技術の向上ができた．但し，前者については PCBCAD を EAGLE から DSPCB への完全移行を期待していたが, DSPCB はアートワークの自由度や操作性が十分とは言い難く，EAGLE の良さを改めて痛感することになった．現段階では，残念ながら DSPCB は露光用マスク印刷時に縦横比率を微調整できないためエッチングと CIP100 を組み合わせた基板製作方式に向かず，100×80 mm 以上の基板設計をしなければならない用途でもできれば使いたくないと感じるが，この不満は不慣れからくる誤解であると思いたい．DSPCB は無償で制限がなく多機能である点は素晴らしいため，今後の機能改善を注視し，体験セミナーを受講するなどして採用検討を継続していきたい.

参考文献等

1) DesignSparkPCB, 概要とチュートリアル, RS Components Ltd (2011)
2) DesignSparkPCB, Eagle ファイルのインポート，RS Components Ltd (2011)
3) KitMill CIP100 組立マニュアル, 株式会社オリジナルマインド (2012)
4) 集塵機作成キット 組立マニュアル, 株式会社オリジナルマインド (2011)
5) 出力調整基板 取扱説明書, 株式会社オリジナルマインド (2011)
6) 白井治彦，篠競，水野広治，小林英一：技術部活動報告集 Vol.18，福井大学工学部技術部 p.1-6 (2012)
7) トランジスタ技術 SPECIAL 編集部：技術者のためのプリント基板設計入門，CQ 出版社 (2005)
8) 各種 Web 情報